

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori – pori tanah yang berada di atas *water table* (Jamulya dan Suratman, 1993). Definisi yang lain menyebutkan bahwa kelembaban tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan di antara pori – pori tanah. kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi (Suyono dan Sudarmadil, 1997). Kelembaban tanah memiliki peranan yang penting bagi pemerintah untuk mengetahui informasi seperti potensi aliran permukaan dan pengendali banjir, kegagalan erosi tanah dan kemiringan lereng, manajemen sumber daya air, geoteknik, dan kualitas air. Kelembaban tanah merupakan salah satu variabel kunci pada perubahan dari air dan energi panas di antara permukaan dan atmosfer melalui evaporasi dan transpirasi (Arnold, 1999).

Informasi kelembaban tanah juga dapat dipergunakan untuk manajemen sumber daya air, peringatan awal kekeringan, penjadwalan irigasi, dan perkiraan cuaca (Arnold, 1999). Selain itu, kelembaban tanah penting bagi para pakar pertanian. Defisit dalam kelembaban dapat menuju pada kelayuan tanaman dan tindakan perbaikan tepat pada waktunya melalui irigasi dapat menyelamatkan tanaman pertanian (Lo, 1996). Pertumbuhan vegetasi memerlukan tingkat kelembaban tanah tertentu. Oleh karenanya, dapat dikatakan bahwa kelembaban tanah pada tingkat tertentu dapat menentukan bentuk tata guna lahan. Peristiwa kekeringan yang terjadi di suatu daerah juga lebih banyak berkaitan dengan berapa besar tingkat kelembaban yang ada di dalam tanah daripada jumlah kejadian hujan yang turun di tempat tersebut. Namun demikian, perlu juga diketahui bahwa tingkat kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan dalam hal kegiatan pemanenan hasil pertanian atau kehutanan yang menggunakan alat – alat mekanik (Asdak, 2004).

Karakteristik spektral merupakan sebagai besaran terukur yang dimiliki suatu obyek pada satu atau beberapa julat panjang gelombang (Reeves, 1975 dalam Indrawati, 2001), atau merupakan himpunan nilai rata – rata pantulan atau

radiasi dari suatu kenampakan pada suatu julat panjang gelombang dan pada umumnya nilai pantulan atau radiasi bersifat khusus nilai irradiansinya apabila suatu obyek diindera (Slater, 1980 dalam Indrawati, 2001). Pantulan spektral ini akan memberikan kenampakan yang berbeda – beda pada setiap obyek yang tampak di permukaan bumi dan sekaligus dalam setiap hasil perekaman tersebut memiliki nilai spektral yang dapat diolah secara digital untuk memberikan informasi yang baru, hanya teknologi penginderaan jauh yang dapat melakukannya. Informasi kelembaban tanah dari data penginderaan jauh merupakan informasi yang penting untuk mendukung kegiatan pertanian, banjir, dan kekeringan, dan erosi tanah karena kandungan kelembaban dari setiap jenis tanah berbeda – beda baik itu kadar air yang terkandung maupun kecepatan infiltrasi, karena akan berpengaruh untuk keadaan tanah dalam menyimpan ketersediaan air untuk musim kemarau. Ketersediaan air dalam tanah dipengaruhi keadaan topografi sekitar dan kemiringan lereng serta banyak sedikitnya vegetasi yang menutupi daerah tersebut.

Setiap jenis tanah, tergantung tekstur dan penyebaran pori – pori tanah, memperlihatkan variasi karakteristik kelembaban tanah. Tekstur tanah biasanya mengacu pada jumlah fraksi tanah yang dikandungnya. Sedangkan kecenderungan butir – butir tanah membentuk gumpalan tanah atau menunjukkan keremahan tanah dalam hal ini menandakan struktur tanah. Struktur tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah, bahan organik, dan cacing tanah. Tanah pasir atau berpasir tidak mempunyai struktur (Asdak, 2004). Sifat fisik tanah ini berperan dalam hal kemampuannya menyimpan air, misalnya pada tanah berpasir kapasitas menyimpan air sangat rendah, sehingga tanaman akan segera menghabiskan persediaan air dan akan menjadi kering lebih cepat daripada tanaman yang tumbuh pada tanah lempung. Jadi besar kecilnya kemampuan tanah untuk menyimpan air ini akan menentukan kandungan kelembaban tanahnya (Hoffer, 1978 dalam Kusworo, 1998).

Kontribusi kelembaban tanah dalam suatu bidang akan berpengaruh dalam hasil yang akan diberikan, seperti pada Kabupaten Purworejo yang sebagian besar lahan digunakan untuk pertanian. Kabupaten Purworejo memiliki lahan seluas

103.481,77 ha yang dimana sebagian lahan tersebut dipergunakan untuk pertanian seperti sawah irigasi sekitar 27.677,14 ha (26,75%) dan sawah tadah hujan sekitar 2949,83 ha (2,85%) selebihnya dipergunakan untuk lahan bukan sawah sekitar 72.854,80 ha (70,40%). Untuk tanah pertanian perubahan kondisi kandungan kelembaban tanah perlu diperhatikan apakah sangat kering pada musim kemarau atau sangat basah pada musim penghujan, sehingga nantinya keadaan tanah dapat digunakan untuk tingkat produktivitas yang optimal serta dapat mempertahankan komoditi produksi pangan. Mengetahui perbedaan kelembaban tanah permukaan dapat membantu mengoptimalkan pengelolaan tanah dalam suatu penggunaan lahan, sehingga produktifitas dapat dipertahankan. Selain itu, keadaan iklim sekarang tidak menentu karena dipengaruhi oleh perubahan cuaca yang sangat cepat dan sulit untuk mengetahui kapan musim kemarau ataupun musim penghujan sehingga memiliki dampak pada hampir seluruh bidang.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengetahui suatu kawasan yang mengalami perubahan lingkungan akibat dari kemajuan teknologi itu sendiri. Kabupaten Purworejo merupakan kawasan yang berada pada jalur lintas selatan Pulau Jawa. Keberadaan jalur jalan tersebut dimungkinkan memiliki dampak positif maupun negatif untuk daerah – daerah yang dilewati dan memungkinkan banyak terjadinya perubahan penggunaan lahan yang dapat mempengaruhi kondisi dari keadaan tanah terutama kelembaban tanah.

Kondisi wilayah Kabupaten Purworejo hampir sebagian besar berupa dataran rendah dengan luas 51.418,33 ha (49,88%) yang dikelilingi oleh relief bergelombang hingga bergunung dan keadaan kemiringan lereng yang beraneka macam dengan luas 52.063,44 ha (50,12%). Keadaan medan tersebut mempengaruhi perbedaan kondisi kelembaban tanah permukaan terutama ketersediaan air yang dipengaruhi dari topografi, iklim, dan curah hujan serta jenis tanah untuk kandungan air tanah. Wilayah dataran Kabupaten Purworejo sebagian besar penggunaan lahannya berupa: sawah, permukiman, dan tegalan yang dimungkinkan kelembaban tanah berbeda – beda. Sawah memiliki potensi tergenang oleh air yang diakibatkan dari keadaan cuaca dan kandungan kelembaban tanah yang jenuh air sehingga pengelolaan sawah pada musim

kemarau dan hujan memiliki perbedaan kelembaban tanah. Musim kemarau tanah sawah akan mengering dan kandungan kelembaban tanah kecil hanya tanaman tertentu yang dapat tumbuh dengan masa tertentu. Sedangkan saat musim hujan tanah sawah yang kering tersebut akan dialiri oleh air dan masuk kedalam tanah melalui rekahan – rekahan tanah sehingga akan menjadi lembab, tetapi jika terus – menerus mendapat aliran air maka tanah sawah tersebut akan terhanyut ataupun tergenang oleh air. Keadaan tersebut akan berbeda dengan penggunaan lahan untuk tegalan dan permukiman dimana air sebagian besar menjadi air limpasan dibandingkan air masuk kedalam tanah. Selain itu, keadaan curah hujan Kabupaten Purworejo bervariasi dari yang tertinggi hingga yang terendah yang di mana keadaan curah hujan dipengaruhi oleh iklim Indonesia yang tropis dengan curah hujan bercukupan. Kondisi iklim yang tidak menentu (anomali) tersebut akan sulit mengetahui perubahan musim sehingga kelembaban tanah permukaan dapat digunakan sebagai indikator untuk membantu mengetahui daerah – daerah yang berpotensi mengalami bencana akibat kandungan kelembaban tanah yang tinggi ataupun rendah seperti banjir dan erosi (Arnold, 1999).

Jenis tanah yang tersebar di Kabupaten Purworejo beragam yang meliputi alluvial, regosol, dan latosol yang menyebar merata di Kabupaten Purworejo di mana setiap jenis tanah memiliki karakteristik yang berbeda dalam penyerapan air dan limpasan permukaan sebagai faktor yang menentukan kadar air dalam tanah. Berdasarkan keadaan tersebut wilayah Kabupaten Purworejo dimungkinkan memiliki kandungan/tingkat kelembaban tanah permukaan yang bervariasi yang diakibatkan dari kegiatan manusia/alamiah.

Teknologi Penginderaan Jauh yang diolah menggunakan suatu transformasi (algoritma) dapat memberikan informasi baru mengenai kelembaban tanah permukaan. Kelembaban tanah yang dapat dideteksi oleh penginderaan jauh adalah kelembaban tanah dengan kedalaman beberapa cm (kurang dari 5 cm) dari permukaan tanah (Andersen, 2001). Informasi nilai spektral tersebut diperoleh dengan mengekstrak citra daerah penelitian seperti liputan vegetasi dan suhu permukaan dengan citra yang direkam pada tahun yang tidak terlalu jauh dengan waktu penelitian. Penginderaan Jauh memiliki kelebihan dalam beberapa hal

dalam pengukuran seperti: data dapat berupa data digital, informasi bisa menjangkau daerah yang sulit dicapai serta daerah dimana ketersediaan dan kualitas hidrologi terbatas, pengukuran mencakup daerah yang terdistribusi berarti cakupan daerah studi menjadi luas serta cocok untuk skala regional besar, dan berpotensi untuk mengukur beberapa variabel (temperatur permukaan, kelembaban tanah, dan liputan vegetasi) (Andersen, 2001). Sistem Informasi Geografis membantu sebagai vektorize data – data administrasi, jalan, sungai, hingga parameter yang lain dan menyajikan layout pada citra hasil transformasi supaya dapat memecahkan masalah tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Dari uraian di atas timbul permasalahan:

1. Bagaimanakah hubungan nilai spektral dengan kelembaban tanah permukaan di wilayah dataran Kabupaten Purworejo?
2. Bagaimanakah hubungan kelembaban tanah permukaan terhadap liputan vegetasi dan temperatur permukaan di wilayah dataran Kabupaten Purworejo?
3. Bagaimanakah hubungan kelembaban tanah permukaan dengan penggunaan lahan di wilayah dataran Kabupaten Purworejo?

Untuk itu, maka diperlukan penelitian yang terarah untuk mengetahui kemampuan penginderaan jauh, terutama dengan menggunakan citra satelit untuk mengkaji kelembaban tanah permukaan terutama di wilayah dataran Kabupaten Purworejo. Dengan pertimbangan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“ANALISIS KELEMBABAN TANAH PERMUKAAN MELALUI CITRA LANDSAT 7 ETM+ DI WILAYAH DATARAN KABUPATEN PURWOREJO”**

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui hubungan nilai spektral dengan kelembaban tanah permukaan di Kabupaten Purworejo.
2. Mengetahui hubungan kelembaban tanah permukaan terhadap liputan vegetasi dan temperatur permukaan di Kabupaten Purworejo
3. Menganalisis hubungan antara kelembaban tanah permukaan dengan Penggunaan Lahan di wilayah dataran Kabupaten Purworejo.

1.4. Kegunaan Penelitian

1.4.1. Ilmiah :

1. Menyelesaikan salah satu syarat kelulusan pada Program Sarjana Strata 1 (S-1) Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Sebagai dasar pertimbangan dalam penelitian sejenis atau sebagai bahan rujukan dalam pembuatan peta kelembaban tanah.

1.4.2. Praktis :

1. Menambah pemahaman dan pengetahuan untuk penulis serta pembaca terhadap aplikasi dari data citra satelit Landsat 7 ETM+ yang digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah permukaan.
2. Hubungan kelembaban tanah permukaan di wilayah dataran khususnya di Kabupaten Purworejo yang di mana diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam suatu studi evapotranspirasi vegetasi dan pengelolaan sumber daya air.

1.5. Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1. Telaah Pustaka

1.5.1.1. Teknologi Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*) sering disingkat inderaja, adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak

langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand, Kiefer, dan Chipman 2004).

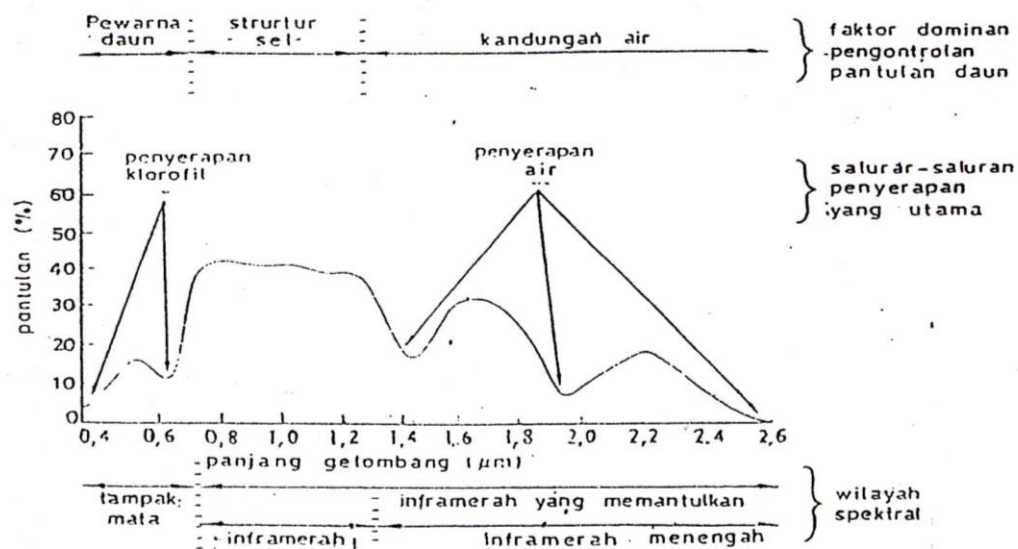
Data penginderaan jauh (citra) menggambarkan obyek di permukaan bumi relatif lengkap, dengan ujud dan letak obyek yang mirip dengan ujud dan letak di permukaan bumi dalam liputan yang luas. Citra penginderaan jauh adalah gambaran suatu obyek, daerah, atau fenomena, hasil rekaman pantulan dan atau pancaran obyek oleh sensor penginderaan jauh, dapat berupa foto atau data digital (Purwadhi dan Sanjoto, 2008).

Teknologi penginderaan jauh satelit merupakan penginderaan jauh non-fotografik, yang merupakan pengembangan dari penginderaan jauh fotografik atau fotogrametri. Sebelum tahun 1960 penginderaan jauh fotografik yang dikenal dengan istilah foto udara (FU), dan digunakan istilah penginderaan jauh karena sudah menambah ke penginderaan jauh di luas sistem fotografik (Sutanto, 1986). Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen, meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data, dan berbagai penggunaan data. Sistem penginderaan jauh dimulai dari perekaman obyek permukaan bumi. Tenaga dalam penginderaan jauh merupakan tenaga penghubung yang membawa data tentang obyek ke sensor, dapat berupa bunyi, daya magnetik, gaya berat, dan tenaga elektromagnetik, namun tenaga yang digunakan dalam penginderaan jauh untuk mengindera bumi adalah tenaga elektromagnetik. Tenaga elektromagnetik bagi sistem pasif berasal dari matahari, perjalanan tenaga radiasi matahari melalui atmosfer, dan berinteraksi dengan benda di permukaan bumi. Tenaga radiasi matahari tidak semua sampai di permukaan bumi karena sebagian diserap, dihamburkan di atmosfer. Tenaga yang sampai di permukaan bumi sebagian dipantulkan dan atau dipancarkan oleh permukaan bumi, dan direkam oleh sensor penginderaan jauh. Sensor untuk melakukan perekaman data memerlukan tenaga sebagai medianya. Sensor tersebut dapat dipasang dalam wahana pesawat terbang maupun satelit. Sensor satelit merekam permukaan bumi, dikirimkan ke stasiun penerima data di bumi. Stasiun bumi menerima data permukaan bumi dari satelit dan direkam dalam pita magnetik dalam bentuk digital. Rekaman data diproses di

laboratorium pengolahan data hingga berbentuk citra penginderaan jauh, dan didistribusikan ke berbagai pengguna.

A. Interaksi Tenaga Elektromagnetik dengan Vegetasi

Pantulan spektral vegetasi bervariasi pada masing – masing panjang gelombang. Gambar 1.1 menunjukkan kurva karakteristik respon spektral vegetasi hijau. Pada panjang gelombang tampak mata, pigmentasi (zat pewarna daun) mendominasi respon spektral vegetasi. Pada panjang gelombang inframerah dekat pantulan vegetasi naik dengan jelas sebab daun menyerap tenaga sangat sedikit dan pada daerah inframerah menengah air menyerap tenaga, khususnya pada panjang gelombang 1,4 μm , 1,9 μm , dan 2,7 μm air menyerap tenaga dengan kuat (Hoffer, 1978 dalam Kusworo, 1998).



Gambar 1.1. Karakteristik respon spektral vegetasi hijau (Hoffer, 1978 dalam Kusworo, 1998)

Daun disusun dari lapisan zat organik yang bertekstur serat, di dalamnya terdapat pigmen, sel – sel yang diisi air dan rongga udara. Pigmentasi, struktur fisiologi dan kandungan air mempengaruhi pantulan, penyerapan, dan transmisi dari daun (Curran, 1985 dalam Kusworo, 1998).

Daun hijau (sehat) cenderung lebih banyak memantulkan dan meneruskan tenaga elektromagnetik spektrum inframerah dekat, tetapi sedikit menyerap tenaga

pada spektrum tersebut. Kencenderungan ini mengakibatkan spektrum inframerah dekat sangat sensitif terhadap perubahan tingkat kerapatan daun lebar, karena sebagian dari tenaga spektrum inframerah akan kembali dipantulkan oleh permukaan daun di bawahnya.

B. Interaksi Tenaga Elektromagnetik dengan Air

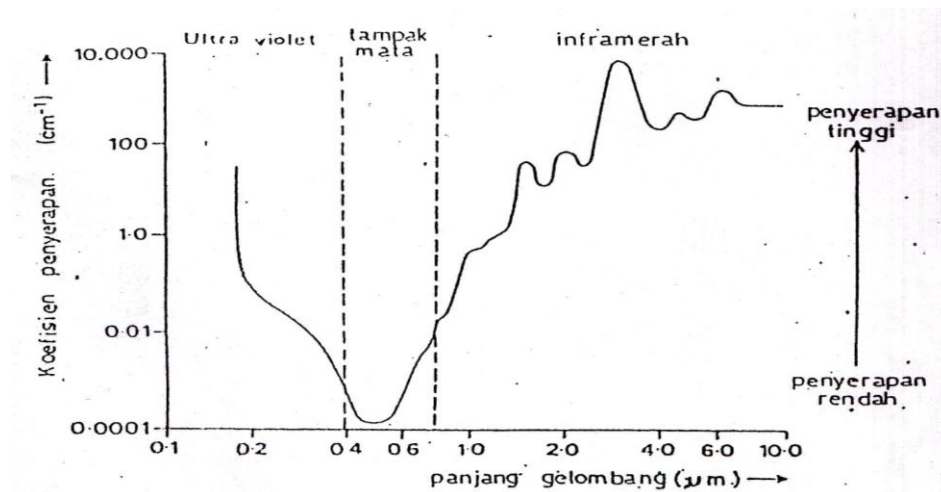
Sebagian besar gelombang elektromagnetik yang jatuh ke air tidak direfleksikan, tetapi diabsorpsi dan ditransmisikan (Gambar 1.2.). Pada panjang gelombang tampak mata, tenaga elektromagnetik yang diserap sedikit dan sebagian besar ditransmisikan.

Tiga faktor yang paling berperan dalam membedakan pantulan tenaga elektromagnetik pada air adalah kedalaman air, materi dalam air, dan kekerasan permukaan air (ada tidaknya gelombang riak di permukaan air). Pada air dangkal beberapa radiasi direfleksikan dari dasar tubuh air. Untuk material yang melayang di dalam air ada tiga jenis yang paling umum, yaitu sedimen anorganik, tannin (hasil dekomposisi humus), dan klorofil. Efek material anorganik (debu dan lempung) menahan hamburan dan pantulan pada spektrum tampak mata. Tannin mengakibatkan pantulan spektrum biru turun dan pantulan spektrum merah naik. Klorofil mengakibatkan pantulan spektrum hijau naik, pantulan spektrum biru dan merah turun. Kekasaran permukaan air dapat juga mengakibatkan variasi pantulan. Jika permukaan halus tenaga dipantulkan *specular* dari permukaannya, sehingga akan memberikan pantulan sangat tinggi atau sangat rendah, tergantung posisi sensor terhadap arah sinar. Jika permukaan sangat kasar, maka akan menaikkan pancaran pada permukaan yang ada gilirannya akan menaikkan pantulan (Curran, 1985 dan Hoffer, 1987 dalam Kusworo, 1998).

C. Interaksi Tenaga Elektromagnetik dengan Tanah

Sebagian besar radiasi jatuh ke permukaan bumi akan dipantulkan atau diserap dan hampir tidak ada yang ditransmisikan. Sifat pantulan tanah mempunyai korelasi positif dengan panjang gelombang, dengan kata lain semakin besar panjang gelombangnya semakin naik pantulan tenaga elektromagnetik oleh

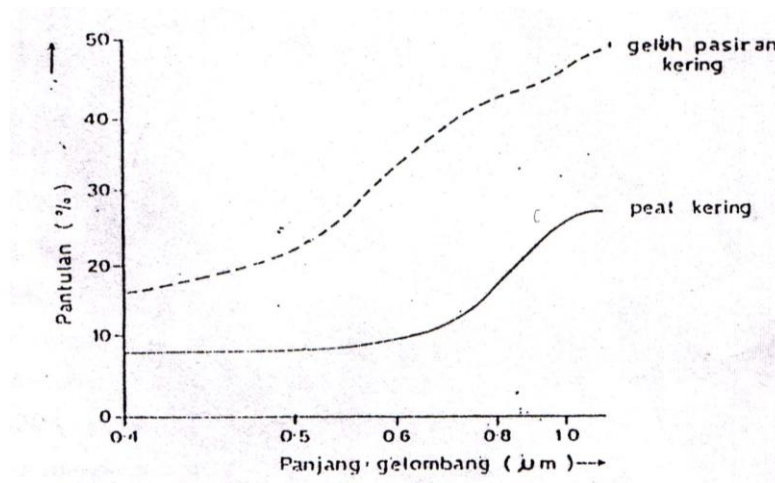
tanah khususnya pada panjang gelombang antara 0,4 μm dan 1,0 μm (Gambar 1.3.).



Gambar 1.2. Karakteristik penyerapan radiasi elektromagnetik oleh air laut
(Curran, 1985 dalam Kusworo, 1998)

Hoffer (1978) dalam Kusworo (1998) mengatakan bahwa ada lima karakteristik tanah yang mempengaruhi sifat pantulannya, yaitu: kandungan air, kandungan bahan organik, tekstur, struktur, dan oksida besi. Faktor – faktor ini saling berhubungan seperti tekstur berhubungan dengan struktur dan kemampuan menahan air. Tekstur lempung cenderung mempunyai struktur yang kuat dan cenderung tinggi kemampuan menahan air atau kelembaban tanahnya. Tekstur pasir cenderung mempunyai struktur remah dan cenderung rendah untuk menahan air. Pada spektrum tampak mata terutama pada saluran merah (0,6 – 0,7 μm) dan saluran inframerah (0,72 – 3,00 μm) kelembaban tanah mempunyai korelasi negatif dengan pantulan permukaan tanah, dengan kata lain kenaikan kelembaban tanah akan mengurangi pantulan permukaan tanah (Jensen, 1983 dan Curran, 1985 dalam Kusworo, 1998).

Kandungan bahan organik mempunyai korelasi positif dengan rona tanah merah dan kemampuan menahan air. Akibatnya kenaikan kandungan bahan organik dalam tanah akan mengurangi reflektansi tanah.



Gambar 1.3. Pantulan tanah geluh pasiran (*sandy loam*) dan tanah gambut (*peat*) kering (Curran, 1985 dalam Kusworo, 1998)

Oksidasi besi menyebabkan tanah berwarna merah karat. Oksida besi mampu merefleksikan sinar merah ($0,6 - 0,7 \mu\text{m}$) dan menyerap sinar hijau ($0,5 - 0,6 \mu\text{m}$) (Obhukov, 1964 dan Curran, 1985 dalam Kusworo, 1998)

1.5.1.2. Kelembaban Tanah Permukaan

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori – pori tanah yang berada di atas water table (Jamulya dan Suratman, 1993). Dari seluruh air hujan di daerah tropis, sekitar 75 % persen dari air hujan tersebut masuk ke dalam tanah dalam bentuk kelembaban tanah, pada tanah tidak jenuh dan sebagai air tanah pada tanah jenuh atau tanah berbatu. Untuk memahami peranan tanah dalam kaitannya dengan terbentuknya kelembaban tanah perlu terlebih dahulu diulas tentang klasifikasi lapisan tanah. Lapisan tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua zona (daerah) utama, yaitu zona aerasi (daerah atau tepatnya ruangan di dalam tanah yang memungkinkan udara bebas bergerak) dan zona jenuh (*Groundwater area*). Garis tinggi permukaan tanah (*groundwater table*) memisahkan kedua zona tersebut seperti tampak pada Gambar 1.4 Sistem perakaran kebanyakan tanaman pada umumnya terbatas pada zona aerasi karena adanya gerakan udara (terutama oksigen) di zona tersebut sehingga memungkinkan tanaman dapat tumbuh dengan baik.

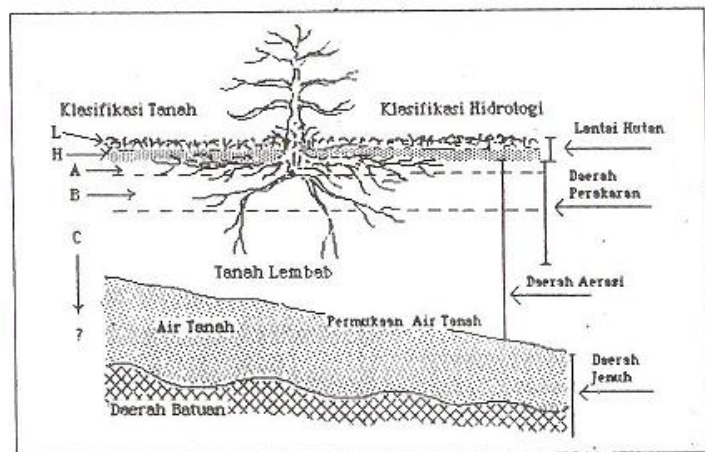
Sesuai dengan tujuan studi yang mengacu pada tanah bagian permukaan yang merupakan bagian dari profil tanah, maka kelembaban tanah permukaan (*surface soil*) tidak lepas pengaruhnya dari kelembaban tanah pada lapisan di bawahnya (*sub soil*). Berdasarkan gaya terikatnya kelembaban tanah dibedakan menjadi tiga yaitu: 1) kelembaban fisis, 2) kelembaban kimiawi, dan 3) kelembaban biologi. Tanah betapun kering sebetulnya mengandung air pula. air ini terdapat di dalam pori – pori tanah baik pori mikro ataupun makro, dan ditemukan butir – butir sebagai selaput air. Tanah yang tidak mengandung kelembaban higroskopis sama sekali disebut “tanah kering mutlak” yang diperoleh dengan memanaskan contoh tanah sampai suhu mencapai 110°C. Beberapa mineral tertentu dalam zarah tanah memiliki ikatan air dalam senyawa – senyawa mineral disebut air hidrat (air kristal / air hablur / aqua), inilah yang disebut kelembaban kimiawi. Ketiga macam kelembaban tersebut (kelembaban higroskopis, kelembaban kering mutlak, dan kelembaban kimiawi) tidak dapat dimanfaatkan oleh tumbuh – tumbuhan.

Kelembaban tanah permukaan secara fisika diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu: 1) kelembaban tanah higroskopik, air yang terjepit dari uap air di atmosfer akibat gaya tarik menarik dengan permukaan zarah (terikat oleh “gaya higroskopik”), 2) kelembaban tanah kapiler, terikat oleh gaya tegangan muka berupa selaput berkesambungan disekeliling zarah dan didalam ruang (pori) kapiler, dibedakan lagi menjadi : kapasitas maksimum kelembaban kapiler, titik kapiler lento (atau lambat), kapasitas kapiler optimum (kapasitas air lapang), dan 3) kelembaban gravitasi, tidak terikat oleh tanah melainkan teratus bebas oleh gaya berat. Besar gaya ikat tergantung dari kelengkungan permukaan kelembaban kapiler itu. Atau pada keadaan di tanah, gaya ini tergantung dari jumlah dan ruang kapiler (Baver, 1956 dalam Jamulya dan Suratman, 1993).

1.5.1.3. Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Kelembaban Tanah Permukaan

Komponen tanah yang mempengaruhi kelembaban tanah permukaan adalah ketersediaan air di dalam tanah tersebut. Ketersediaan air di dalam tanah

tergantung pada kemampuan tanah menahan air ini akan mempengaruhi kelembaban tanah permukaan. Beberapa faktor yang mempengaruhi kelembaban tanah permukaan adalah tekstur tanah, struktur tanah, kandungan bahan organik, dan kedalaman solum tanah.



L = seresah dan H = seresah yang telah terdekomposisi. A, B dan C adalah lapisan atau horison tanah yang umum dijumpai dalam ilmu tanah

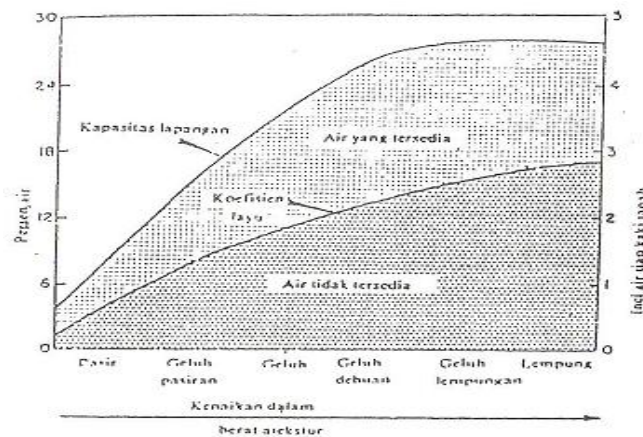
Gambar 1.4. Klasifikasi lapisan tanah menurut ilmu tanah dan ilmu hidrologi (diadaptasi dari Hewlett, 1982 dalam Asdak, 2004)

Tekstur tanah biasanya mengacu pada jumlah fraksi tanah yang dikandungnya. Pengaruh tekstur tanah terhadap kemampuan menahan air terlihat pada Gambar 1.5. Ada empat golongan tekstur yang utama, yaitu pasir, geluh, debu, dan lempung. Semakin halus tekstur tanahnya, semakin tinggi pula kemampuan tanah dalam menahan air.

Struktur tanah adalah kecenderungan butir – butir tanah membentuk gumpalan tanah atau menunjukkan keremahan tanah. Struktur tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah, bahan organik, tipe mineral serta kegiatan biologis, terutama kegiatan biologis jamur dan cacing tanah. Struktur tanah yang lepas – lepas dan gembur akan mempunyai kemampuan yang rendah dalam mengikat air, sehingga kandungan airnya rendah pula. Sedangkan struktur tanah gumpal biasanya memiliki kemampuan yang kuat untuk menahan air.

Kadar bahan organik akan mempengaruhi struktur tanah dan selanjutnya mempengaruhi porositas tanah. Bahan organik mampu mengikat

tanah berstruktur gembur atau lepas – lepas menjadi tanah berstruktur kuat dan gumpal. Dengan demikian akan mengurangi porositas tanah dan meningkatkan kemampuan mengikat air.



Gambar 1.5. Hubungan umum tekstur tanah dengan kelembaban tanah
(adaptasi dari Buckman, 1982, dalam Restu, 1990)

Kedalaman solum tanah mempengaruhi kemampuan tanah dalam menahan air. Tanah yang lebih dalam akan lebih tinggi kemampuannya dalam menahan air dibanding dengan tanah yang lebih tipis. Tanah yang dangkal biasanya berstruktur gembur dan mudah tererosi, selain itu biasanya bervegetasi jarang sehingga faktor pendukung penahan air berkurang.

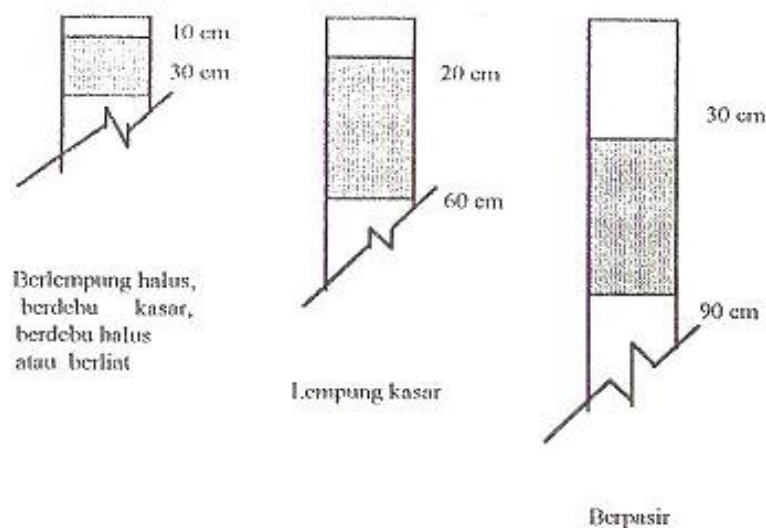
Sejumlah faktor lainnya seperti tumbuhan dan iklim mempunyai pengaruh yang berarti terhadap sejumlah air di dalam tanah. Penyerapan air oleh akar tumbuhan dan kemampuan menghasilkan bahan organik merupakan faktor yang mempengaruhi kelembaban tanah permukaan. Temperatur dan kelembaban udara merupakan variabel perubahan iklim berpengaruh terhadap kelembaban tanah permukaan.

1.5.1.4. Regim Kelembaban Tanah

Tanah memiliki berbagai jenis yang setiap jenis tanah tersebut memiliki karakteristik yang berbeda – beda dan berada pada keadaan dan tempat yang berbeda pula. Lapisan tanah yang berbeda - beda mempengaruhi pembentukan tanah permukaan yang dimana pada tanah permukaan tersebut mengalami

berbagai proses kimia, fisika, dan biologis sehingga akan berpengaruh terhadap kelembaban tanah walaupun tidak secara langsung.

Regim kelembaban tanah didasarkan pada kondisi kelembaban tanah dalam pengendali kelembaban tanah (Gambar 1.6). Batas atas dari bagian dalam kelembaban tanah adalah kedalaman di mana 2,5 cm air akan melembabkan tanah kering, tetapi tidak kering udara dalam 24 jam. Batas bawahnya adalah kedalaman penetrasi 7,5 cm air dalam tanah kering dalam waktu 48 jam. Kedalaman ini tidak termasuk retakan – retakan besar yang terbuka di atas permukaan tanah. Bagian – bagian kelembaban bervariasi menurut tekstur dan untuk sebagian besar tanah lempung, bagian pengendali kelembaban ini ditemui di antara kedalaman 20 – 60 cm (Foth, 1995).



Gambar 1.6. Bagian pengendali kelembaban berdasarkan pada kelas ukuran partikel (Data dari Ikawa, 1978 dalam Foth, 1995)

1.5.1.5. Sistem Satelit Landsat 7 ETM+

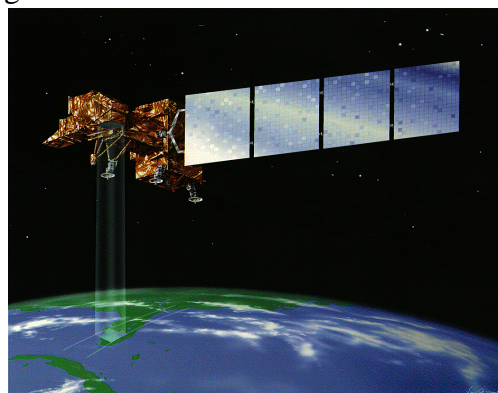
Kenampakan bumi disediakan dalam mission satelit berawak dan pada awalnya satelit meteorology mendorong perkembangan program satelit teknologi sumberdaya bumi atau ERST, *Earth Resources Technology Satellites*. Program ini dikembangkan oleh NASA di Amerika, dan secara resmi diubah menjadi program Landsat pada tahun 1975 untuk membedakanya dari program satelit kelautan Sesaat. Landsat merupakan satelit tak berawak pertama yang dirancang

secara spesifik untuk memperoleh data sumber daya bumi dalam basis yang sistematis dan berulang. Landsat 7 dikontrol oleh USGS, yang telah mengambil alih dari EOSAT.

Landsat yang telah mengorbit hingga saat ini adalah Landsat generasi ke tujuh (Landsat 7). Landsat 7 dengan sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), yang diluncurkan pada tanggal 15 April 1999 ternyata hanya dapat beroperasi secara normal hingga bulan Mei 2003. Satelit tersebut telah mengalami kerusakan pada *Scan Line Korrektor* (SLC), sehingga untuk sementara transmisi data dari satelit dihentikan. Stasiun Bumi Internasional (IGS=*International Ground Station*) mulai bulan Mei 2003, menghentikan perekaman data Landsat dan USGS (*United States Geological Survey*) berusaha memperbaiki kerusakan dengan operasi SLC cadangan. Namun usaha tersebut tidak berhasil, dan diputuskan bahwa kerusakan SLC adalah kerusakan permanen. Oleh karena itu mulai bulan November 2003 telah dilakukan pengiriman transmisi lagi dengan model *SLC-OFF*, sehingga gambarnya tidak sempurna (Purwadhi dan Sanjoto, 2008).

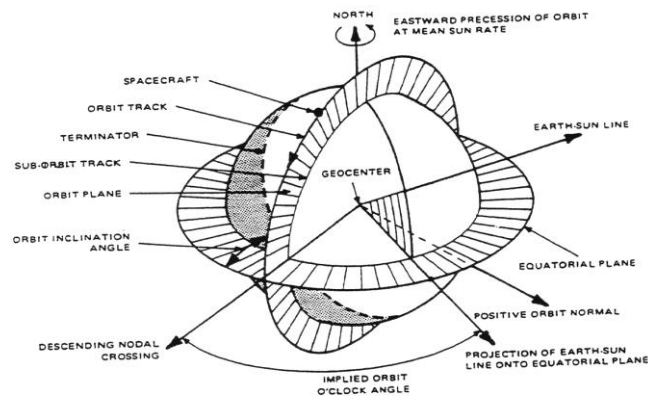
A. Karakteristik Spasial

Landsat TM, yang keduanya memiliki resolusi 30 meter. Satu layar penuh mencakup luasan 185 km^2 , sehingga sensor dapat mencakup daerah yang besar di permukaan bumi. Sapuan perekaman Landsat 7 ETM+ dapat kita lihat pada Gambar 1.7. dan Gambar 1.8. yang merupakan orbit *sun synchronous* pada Landsat 7 ETM+ sebagai berikut:



Gambar 1.7. Sapuan Satelit Landsat 7 ETM+

Sumber: <http://science.hq.nasa.gov/kids/imagers/teachersite/17scan.gif>



Gambar 1.8. Orbit Sun Synchronous

Sumber: http://landsat.gsfc.nasa.gov/images/techdraw/sun-syn_orbit.jpg

Spesifikasi satelit Landsat 1 hingga 7 dapat dilihat pada Tabel 1.1. serta jaringan di seluruh dunia yang dapat menerima data Landsat 7 ETM+.

Tabel 1.1. Karakteristik Satelit Landsat 1 hingga Landsat 7

Karakteristik	Landsat 1, 2, 3		Landsat 4, 5		Landsat 7
Orbit	Sinkron matahari		Sinkron matahari		Sinkron matahari
Ketinggian	(880 – 940) km		705 km		705 km
Sudut Inklinasi	99,1°		98,2°		98,2°
Sensor/ saluran spektral (band/ μm)	RBV	Band 1: 0,475 – 0,575 Band 2: 0,58 – 0,68 Band 3: 0,69 – 0,89	MSS	Band 4: 0,50 - 0,60 Band 5: 0,60 – 0,70 Band 6: 0,70 – 0,80 Band 7: 0,80 – 1,10	TM dan ETM+ Band 1: 0,45 – 0,52 Band 2: 0,52 – 0,60 Band 3: 0,63 – 0,69 Band 4: 0,76 – 0,90 Band 5: 1,55 – 1,75 Band 6: 10,4 – 12,5 Band 7: 2,08 – 2,35 Band 8: 0,52 – 0,90 (Pankromatik)
	MSS	Band 4 Band 5 Band 6 Band 7	TM	Band 1: 0,45 – 0,52 Band 2: 0,52 – 0,60 Band 3: 0,63 – 0,69 Band 4: 0,76 – 0,90 Band 5: 1,55 – 1,75 Band 6: 10,4 – 12,5 Band 7: 2,08 – 2,35	
Resolusi Spasial	80 m		30 m dan 120 (band 6)		30 m dan 15 m (band 8)
Cakupan	185 km x 185 km		185 km x 185 km		185 km x 185 km
Pengulangan Rekaman	18 hari		16 hari		16 hari

Sumber: Purwadhi dan Sanjoto, 2008

B. Karakteristik Spektral

Citra Landsat TM dan Landsat ETM+ memiliki persamaan, di mana keduanya memiliki ukuran piksel sebesar 30 meter. Bagaimanapun citra Landsat ETM+ memiliki band pankromatik yang mampu menghasilkan citra pankromatik dengan resolusi 15 meter. Hal ini memungkinkan untuk menghasilkan citra multispektral pankromatik yang dipertajam (citra gabungan pankromatik dan multispektral dengan resolusi spektral 7 band dan resolusi spasial 30 meter) tanpa merektifikasi citra yang satu ke citra lainnya. Hal ini disebabkan citra pankromatik dan multispektral direkam dengan sensor yang sama sehingga bisa diregister secara otomatis. Citra Landsat 7 juga memiliki band thermal yang dipertajam.

Band pada ETM+ berguna untuk mengkaji air, pemilihan jenis vegetasi, pengukuran kelembaban tanah dan tanaman, perbedaan awan, salju, dan es, serta mengidentifikasi jenis batuan. Sama dengan Landsat TM, Landsat ETM+ bisa digunakan untuk penerapan daerah perkotaan, akan tetapi dengan resolusi spektral yang lebih tinggi akan lebih sesuai jika digunakan untuk membuat karakteristik alami suatu bentang alam.

Tabel 1.2. Range Spektral ETM+

Spektral	Panjang Gelombang (micro-m)	Ukuran IFOV (micro-r)	Instantaneous Geometric FOV (m)	Ukuran Jarak Obyek Nominal (Resolusi Spasial) (m)
Panchromatic	0,522 – 0,90	18,5 x 21,3	13 x 15	15
1	0,45 – 0,52	42,6	30	30
2	0,52 – 0,60	42,6	30	30
3	0,63 – 0,69	42,6	30	30
4	0,76 – 0,90	42,6	30	30
5	1,55 – 1,75	42,6	30	30
6	10,4 – 12,5	85,2	30	60
7	2,08 – 2,35	42,6	30	30

Sumber: <http://landsat7.isgs.gov> diakses tanggal 22 Agustus 2005

Landsat 7 ETM+ dirancang untuk mengumpulkan, menyaring, dan mendeteksi radiasi dari bumi dalam petak seluas 185 km yang melewatinya. *Viewing Swath* dihasilkan oleh rata – rata system *Oscillating Mirror* yang menyapu melewati jalur sebagaimana bidang pandang sensor bergerak maju

Tabel 1.3. Karakteristik dan Kemampuan Aplikasi Setiap Saluran (Band) Landsat

Landsat MSS		Landsat 5 TM dan Landsat 7 ETM+	
Saluran/ band (μm)	Aplikasi/ Penggunaan	Saluran/ band (μm)	Aplikasi/ Penggunaan
Saluran 4 (0,50 – 0,60)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap tubuh air dan penetrasi tubuh air. - Mendeteksi muatan sendimen - Puncak pantulan vegetasi subur/ tidak, identifikasi tanaman 	Saluran 1 TM = ETM+ (0,45 – 0,52)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap penetrasi air - Mendukung analisis sifat khas lahan, tanah, vegetasi
Saluran 5 (0,60 – 0,70)	<ul style="list-style-type: none"> - Kontras penampakan vegetasi dan bukan vegetasi - Membantu identifikasi penutup lahan, kenampakan alam dan budaya 	Saluran 2 (0,52 – 0,60) (LS 5 TM) (0,53 – 0,61) (LS 7 ETM+)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengindera puncak pantulan vegetasi - Menekankan perbedaan vegetasi dan nilai kesuburan
Saluran 6 (0,70 – 0,80)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap terhadap biomasa vegetasi - Kontras tanaman, tanah, air 	Saluran 3 TM = ETM+ (0,63 – 0,69)	<ul style="list-style-type: none"> - Memisahkan vegetasi - Serapan klorofil dan memperkuat kontras vegetasi/ bukan vegetasi
Saluran 7 (0,80 – 1,10)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap perbedaan antara tanah, air, vegetasi - Membantu menentukan kondisi kelembaban tanah - Kandungan air tanaman 	Saluran 4 TM = ETM+ (0,78 – 0,90)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap biomasa vegetasi - Identifikasi dan kontras tanaman, tanah, air
		Saluran 5 TM = ETM+ (1,55 – 1,75)	<ul style="list-style-type: none"> - Menentukan jenis vegetasi dan kandungan airnya - Menentukan kelembaban tanah
		Saluran 6 TM=ETM+ (10,4 – 12,5)	<ul style="list-style-type: none"> - Deteksi suhu obyek - Analisis gangguan vegetasi - Perbedaan kelembaban tanah
		Saluran 7 TM (2,08 – 2,35) ETM+ (2,09 – 2,35)	<ul style="list-style-type: none"> - Pemisahan formasi batuan - Analisis bentuk lahan
		Saluran 8 ETM+ (0,50 – 0,90) LS 5 TM tidak ada saluran pankromatik	<ul style="list-style-type: none"> - Pemetaan planimetrik - Identifikasi permukiman - Kontras bentang alam dan budaya - Identifikasi kenampakan geologi

Sumber: Landsat handbook, 1986 dan Program Landsat 7, 1998 dalam Purwadhi

dan Sajonto, 2008

sepanjang jalur yang disebabkan pergerakan satelit. Data dari ETM+ merupakan output dalam dua channel yang masing – masing pada 75Mbps.

Data dari tiap band bisa dipilih untuk menghasilkan output yang lebih tinggi atau lebih rendah. Band 6 muncul di kedua channel, dengan data di channel 1 berada dalam *High Gain* dan data di channel 2 berada dalam *Low Gain*. Sensor ETM+ ditambah dengan dua sistem model kalibrasi untuk gangguan radiasi matahari *Dual Mode Solar Calibrator System* dengan penambahan lampu kalibrasi untuk fasilitas koreksi geometrik. Istilah lain yang umum digunakan untuk resolusi spasial adalah medan pandang sesaat (*Instantaneous Field of View /IFOV*), seperti yang disajikan pada Tabel 1.2.

Tiap band pada Landsat memiliki ukuran tersendiri, karakteristik spektral terkait dengan panjang gelombang yang digunakan untuk mendeteksi obyek – obyek yang ada di permukaan bumi. Semakin sempit julat (*range*) panjang gelombang yang digunakan maka, semakin tinggi kemampuan sensor itu dalam membedakan obyek, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.3.

C. Karakteristik Radiometrik

Sensor ETM+ menggunakan panjang gelombang dari spektrum tampak mata sampai spektrum inframerah. Secara radiometrik, sensor ETM+ memiliki angka 256 digital (8 bit) yang memungkinkan pengamatan terhadap perubahan kecil pada besaran radiometrik dan peka terhadap perubahan hubungan antar band.

D. Karakteristik Produk

Produk keluaran satelit Landsat 7 ETM+ ini dibagi menjadi 3 level produk dengan masing – masing keterangan yaitu pada Tabel 1.4. Citra Landsat 7 ETM+ yang digunakan berada pada level 1G menggunakan proyeksi Universal Transverse Mercator.

Tabel 1.4. Karakteristik level Landsat 7 ETM+

LEVEL	KARAKTERISTIK
0R	Level ini dapat dikatakan sebagai data mentahnya Landsat 7 di mana dalam data Landsat belum mengalami koreksi radiometrik dan koreksi geometrik
1R	Produk level ini adalah level O-R yang telah mengalami koreksi radiometrik
1G	Produk pada level ini adalah level 1-G yang telah mengalami koreksi geometrik dan radiometrik. Dan pada proyeksi tertentu, yang terdapat 7 pilihan proyeksi yang bisa digunakan yaitu: <ul style="list-style-type: none"> • Universal Transverse Mercator • Polyconic • Transverse Mercator • Polar Stereografik • Hotine Oblique Mercator A • Space Oblique Mercator

Sumber: <http://landsat7.isgs.gov> diakses tanggal 22 Agustus 2005

1.5.1.6. Aplikasi Penginderaan Jauh Thermal

Lillesand dan Kiefer 1997 dalam Aryanto, 2006, dalam *Remote Sensing and Image Interpretation* menyinggung tentang hukum pergeseran Wien bahwa, pancaran energi maksimum dari suatu benda hitam bertemperatur 300°K akan terjadi pada julat panjang gelombang 8 – 14 µm. Temperatur ambient dari permukaan bumi adalah sekitar 300°K, sehingga penginderaan jauh di permukaan bumi menggunakan sensor thermal akan lebih bermanfaat bila memakai julat panjang gelombang tersebut.

Landsat 7 ETM+ dengan sensor thermal beroperasi pada panjang gelombang 10,4 – 12,5 µm pada saluran 6. Ekstraksi tempertatur permukaan berdasarkan citra thermal, untuk mendapatkan nilai variasi suhu di permukaan bumi, dengan menyimpulkan adanya keterkaitan antara suhu pancaran (Trad), suhu kinetik (Tkin), dan koefisien emisivitas seperti yang digunakan pada persamaan berikut (Curran, 1985, Lillesand dan Kiefer, 1997, dan sutanto,1986 dalam Aryanto, 2006).

$$\text{Trad} = \epsilon^{1/4} \cdot T_{\text{kin}} \quad (1.0)$$

Persamaan diatas. mengungkapkan kenyataan bahwa setiap suhu setiap obyek tertentu, suhu pancaran yang direkam oleh sensor penginderaan jauh juga

akan lebih kecil daripada suhu kinetiknya. Nilai piksel yang tercatat oleh sensor merupakan fungsi dari kemampuan bit koding dari sensor dalam mengubah pancaran spektral obyek, dengan pancaran spektral obyek merupakan fungsi dari temperatur radiannya. Dengan perhitungan untuk memperoleh nilai radiansi spektral sembarang piksel digunakan formula sebagai berikut:

$$L\lambda = \frac{L \text{ Max} - L \text{ Min}}{(QCAL \text{ Max} - QCAL \text{ Min})} \times (QCAL - QCAL \text{ Min}) + L \text{ Min} \quad (1.1)$$

Atau dapat juga dituliskan juga:

$$L\lambda = G \times QCAL + B \quad (1.2)$$

Keterangan:

- $L\lambda$ = spektral radiance pada sensor ($\text{W/m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$)
- $QCAL$ = nilai piksel trkalibrasi dalam nilai digital (ND)
- $QCAL \text{ Min}$ = nilai terkalibrasi minimum, berkaitan dengan $L \text{ Min}$
 = 1 (produk LPGS/EOS Data Gateway)
 = 0 (produk NLAPS/Earth Explorer)
- $QCAL \text{ Max}$ = nilai piksel terkalibrasi maksimum, berkaitan dengan $L \text{ Max} = 255$
- $L \text{ Min}$ = spektral radiance yang diskalakan terhadap $QCAL \text{ Min}$ ($\text{W/m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$)
- $L \text{ Max}$ = spektral radiance yang diskalakan terhadap $QCAL \text{ Max}$ ($\text{W/m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$)
- G = gain ($\text{W/m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$)
- B = bias/offset ($\text{W/m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$)

Untuk bisa mentransformasikan nilai pancaran spektral ke dalam bentuk nilai temperatur radian (Trad) maka setiap piksel dapat dihitung berdasarkan nilai radiansi spektral dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Trad} = K_2 / \ln [(K_1/L\lambda)+1] \quad (1.3)$$

Keterangan:

Trad = temperatur radian (K) piksel yang dianalisis

K_1, K_2 = konstanta kalibrasi dari tabel

$L\lambda$ = spektral radiance pada sensor ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)

Agar lebih jelasnya terhadap konstanta kalibrasi satuan thermal Landsat dapat dilihat pada Tabel 1.5

Tabel 1.5. Konstanta kalibrasi satuan thermal Landsat

Satelit	K_1 ($Wcm^{-2}sr-lum^{-1}$)	K_2 ($Wcm^{-2}sr-lum^{-1}$)	Sumber
Landsat 7 ETM+	666,09	1282,71	Irish (2000)

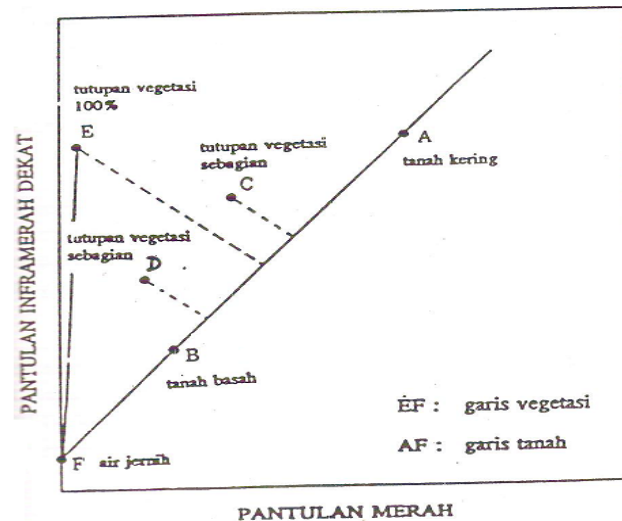
Sumber: Irish, 2000

1.5.1.7. Transformasi Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi adalah merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra yang biasanya digunakan terhadap multisaluran, untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang terkait dengan kerapatan biomassa, *Leaf Area Indeks* (LAI), konsentrasi klorofil dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan satu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi (Danoedoro, 1996).

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan kombinasi antara teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra. Transformasi NDVI merupakan salah satu produk standar NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), satelit cuaca yang berorbit polar namun memberi perhatian khusus pada fenomena global vegetasi. Berbagai penelitian mengenai perubahan liputan vegetasi di benua Afrika menggunakan transformasi ini (Tucker, 1986 dalam Danoedoro, 1996). Formulasinya adalah sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(\text{saluran inframerahdekat} - \text{saluran merah})}{(\text{saluran inframerahdekat} + \text{saluran merah})} \quad (1.4)$$

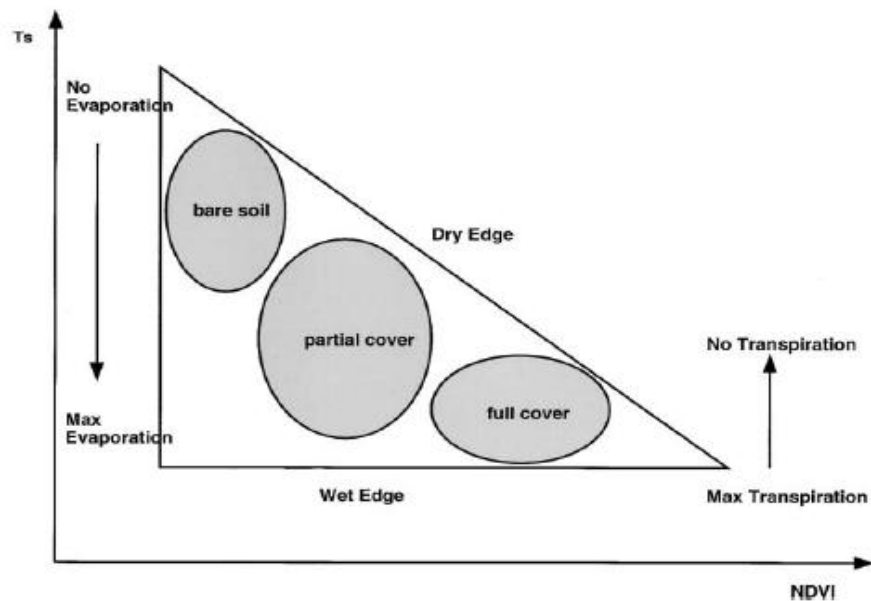


Gambar 1.9. Garis vegetasi dan garis tanah (Richardson dan Weigand, 1977 dalam Danoedoro, 1996)

1.5.1.8. *Temperature-Vegetation Dryness Index (TVDI)*

TVDI merupakan indeks kekeringan berdasarkan parameter empirik dari hubungan antara temperatur permukaan dan NDVI. Indeks tersebut dikaitkan dengan kelembaban tanah dan diperoleh hanya berdasarkan input dari informasi satelit penginderaan jauh (Sandholt et al, 2002 dalam X Yang et al, 2008).

Temperatur permukaan di plot terhadap NDVI yang di mana pada sisi atas sebelah kiri didefinisikan sebagai sisi kering hingga ke bawah adalah sisi basah. Vegetasi hijau yang bertambah pada sumbu x (NDVI) maka akan mempengaruhi temperatur permukaan maksimum sehingga akan mengalami penurunan. Untuk kondisi kering, hubungan negatif didefinisikan oleh sisi atas, yang merupakan batas atas temperatur permukaan untuk jenis permukaan tertentu. Konsep ruang TS/NDVI dapat dilihat pada Gambar 1.10.



Gambar 1.10. Konsep ruang TS/NDVI (Lambin dan Ehrlich, 1996, dan Sandholt et al, 2002 dalam X Yang et al, 2008)

Suatu permukaan basah, temperatur permukaan akan menjadi rendah, sebaliknya jika permukaan kering, temperatur permukaan akan meningkat. Temperatur permukaan mengalami peningkatan relatif lebih signifikan pada daerah dengan NDVI rendah, yang merupakan tanah kosong atau vegetasi jarang. Sedangkan pada daerah dengan NDVI tinggi peningkatan temperatur permukaan (TS) semakin sempit range-nya. Formula untuk menghitung nilai TVDI adalah:

$$\text{TVDI} = \frac{T_s - T_{\text{min}}}{a + b \text{NDVI} - T_{\text{min}}} \quad (1.5)$$

Keterangan:

T_{min} = temperatur permukaan minimum pada segitiga, menandakan sisi basah

T_s = temperatur permukaan yang diamati pada suatu piksel

NDVI = nilai indeks vegetasi yang diamati

a, b = parameter yang mendefinisikan model linear sisi kering

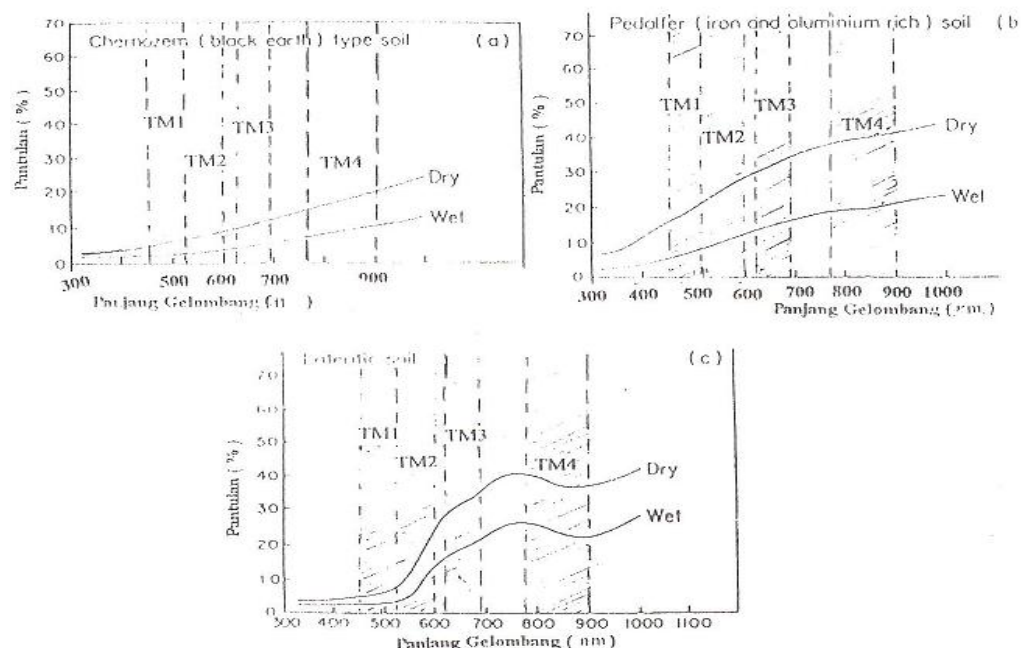
($T_{\text{max}} = a + b \text{NDVI}$)

T_{max} = temperatur permukaan maksimum yang diamati untuk setiap nilai NDVI

Parameter a dan b diperoleh berdasarkan pixel dari suatu area yang cukup besar untuk merepresentasikan keseluruhan rentang dari unsur kelembaban permukaan, dari basah hingga kering, dan dari tanah kosong hingga permukaan bervegetasi penuh. Nilai TVDI berkisar antara 0 hingga 1. Nilai 1 menyatakan sisi kering (ketersediaan air terbatas) dan 0 menyatakan sisi basah (evapotranspirasi maksimum dan ketersediaan air tak terbatas). Untuk mendapatkan nilai TVDI, beberapa data harus dihasilkan terlebih dahulu dari citra, yaitu temperatur dan NDVI. Hubungan segitiga dapat dimodelkan setelah data diekstrak dari citra. Informasi ini di gunakan dalam algoritma yang kemudian digunakan kembali dalam citra berdasarkan hitungan pixel per pixel (Witter, 2004 dalam Nashrullah dkk, 2008).

1.5.2. Penelitian Sebelumnya

Hardy (1980), melakukan survei untuk penentuan kandungan kelembaban tanah dengan menggunakan metode penginderaan jauh. Penelitian dilakukan dengan menggunakan penisbahan (*ratioing*) band - band pada citra landsat MSS antara saluran 5 dengan gabungan antara saluran (4+5+6+7). Dalam daerah spektrum inframerah pantulan dekat dan spektrum tampak (*visible*), macam – macam variasi tanah terbuka (*bare soil*) mempunyai peningkatan reflektivitas sejalan dengan peningkatan panjang gelombang.



Gambar 1.11. Karakteristik spektral tanah pada bagian spektrum inframerah dan tampak (Barret dan Curtis, 1976 dalam Hardy, 1980)

Dalam diagram tersebut di atas menunjukkan sifat – sifat pantulan yang berbeda dari jenis – jenis tanah yang berbeda (tipe tanah), di samping itu juga menunjukkan penurunan pantulan yang sejalan dengan peningkatan kandungan kelembaban tanah.

Perbedaan signal gelombang elektromagnetik dari suatu site yang sama disebabkan oleh adanya perbedaan kelembaban tanah, tetapi juga di sebabkan oleh perbedaan elevasi matahari dan kondisi atmosfer.

Hasil penelitian tersebut dengan menggunakan data digital Landsat MSS (*Multispectral Scanner*), diperoleh nilai koefisien determinasi (r^2)=0,74 bagi tanah terbuka (*bare soil*) dan r^2 =0,88 bagi tanah bervegetasi. Di sini tampak bahwa bagi tanah bervegetasi, variasi kecerahan data digital MSS sangat sedikit dengan kelembaban tanah, kecuali dalam hal tanah bervegetasi dengan vegetasi hijau yang subur.

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian tersebut adalah adanya koreksi yang tinggi dalam penentuan (determinasi) kandungan kelembaban tanah dengan pantulan spektral tanah baik pada tanah terbuka maupun pada tanah bervegetasi.

Yang et al (2008) dalam penelitiannya bertujuan untuk mengetahui hubungan antara NDVI dan EVI (*Enhanced Vegetation Index*) terhadap TVDI. Penelitian dilakukan dengan modifikasi metode segitiga antara NDVI, TS, dan TVDI untuk estimasi kelembaban tanah pada citra resolusi tinggi yaitu MODIS. Modifikasi dilakukan dengan melakukan perubahan data input dari transformasi NDVI dengan transformasi EVI.

Modifikasi metode segitiga TVDI dengan EVI dan NDVI memiliki hasil yang berbeda dan saling mendukung untuk estimasi kelembaban tanah permukaan. Gabungan hasil NDVI dan hasil EVI dapat mengetahui estimasi kelembaban tanah permukaan dalam kondisi yang berbeda. Hubungan TVDI-EVI tersebut dapat mengetahui tingkat kelembaban tanah permukaan pada kedalaman 10 cm. Terdapat hubungan antara TVDI dengan data hujan yang dapat membuat kondisi kelembaban tanah permukaan meningkat.

Tabel 1.6. menjelaskan mengenai perbedaan penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian – penelitian sebelumnya membuktikan bahwa data penginderaan jauh dapat memberikan informasi yang berhubungan dengan kelembaban tanah walaupun hal tersebut sangat terbatas. Hal itu dilihat dari nilai spektral pada data penginderaan jauh (Citra) maupun menggunakan suatu transformasi untuk mengekstrak informasi tentang kelembaban tanah. Penelitian tersebut menegaskan bahwa kelembaban tanah sangat dipengaruhi dari struktur tanah dan tekstur tanah dari masing – masing jenis tanah yang memiliki dampak dalam hasil akhirnya. Dari penelitian sebelumnya hal yang diperoleh untuk penelitian ini berupa keterbatasan ekstraksi citra dalam memberikan hasil mengenai kelembaban tanah permukaan. Keterbatasan itu berasal dari keadaan spektral citra. Selain itu, jenis tanah merupakan faktor yang mempengaruhi kadar kelembaban tanah permukaan.

1.6. Kerangka Penelitian

Pengukuran kelembaban tanah permukaan ini dapat memanfaatkan citra penginderaan jauh menggunakan citra satelit Landsat 7 ETM+. Walaupun untuk mengetahui kelembaban tanah perlu dilakukan ekstraksi dari hubungan antara NDVI dan temperatur permukaan (TS). Proses pengolahan data pada citra Landsat 7 ETM+ dengan menyusun komposit warna kemudian memotong citra Landsat 7 ETM+ sesuai dengan daerah penelitian yakni Kabupaten Purworejo. Citra yang digunakan dalam penelitian memiliki gap tetapi khusus untuk wilayah dataran yang merupakan wilayah penelitian gap yang terjadi tidak terlalu banyak maksimal hanya 3 piksel. Pengisian gap citra atau sekitar 2700 meter persegi (m^2) (dari 3 piksel) tidak mempengaruhi kualitas citra sehingga dapat diasumsikan bahwa citra Landsat 7 ETM+ yang digunakan memiliki kualitas data diatas 80 %. Pemotongan citra dilakukan pada citra komposit dan pada citra dengan band 6 (thermal), kemudian dilakukan koreksi radiometrik dan geometrik pada citra dengan level 1G. Citra level 1G akan dikoreksi menggunakan peta RBI digital untuk citra komposit dan koreksi geometrik *image to image* untuk citra band 6.2 (thermal).

Tabel 1.6. Penelitian Sebelumnya

Penulis	Hardy (1980)	Yang et al (2008)	Sediyo Adi Nugroho (2011)
Judul	Survey of Methods for the Determination of soil Moisture Content by Remote Sensing Methods.	Modified Triangle Method To Estimate Soil Moisture Status With Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (Modis) Products.	Analisis Kelembaban Tanah Permukaan melalui Citra Landsat 7 ETM+ di Wilayah Dataran Kabupaten Purworejo.
Tujuan	Mengetahui sifat – sifat pantulan dari tipe tanah yang berbeda dan kandungan kelembaban tanah.	Mengetahui tingkat kelembaban tanah permukaan dengan formula EVI.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui hubungan nilai spektral dengan kelembaban tanah permukaan di Kabupaten Purworejo. 2. Mengetahui hubungan kelembaban tanah permukaan terhadap liputan vegetasi dan temperatur permukaan di Kabupaten Purworwejo 3. Menganalisis hubungan antara kelembaban tanah permukaan dengan penggunaan lahan di wilayah dataran Kabupaten Purworejo.
Metode	Penginderaan Jauh (penisbahan), Analisis.	Penginderaan Jauh (Formula EVI, NDVI, dan TVDI)/modifikasi metode segitiga, Analisis.	Penginderaan Jauh (Formula NDVI, TS, dan TVDI), Analisis
Hasil yang dicapai	Koreksi yang tinggi dalam penentuan (determinasi) kandungan kelembaban tanah dengan pantulan spektral tanah baik pada tanah terbuka maupun pada tanah bervegetasi.	Gabungan hasil NDVI dan hasil EVI dapat mengetahui estimasi kelembaban tanah permukaan dalam kondisi yang berbeda. Hubungan TVDI-EVI tersebut dapat mengetahui tingkat kelembaban tanah permukaan pada kedalaman 10 cm. TVDI dengan data hujan dapat membuat kondisi kelembaban tanah permukaan meningkat.	

Teknik pengolahan citra menggunakan transformasi spektral untuk memperoleh liputan vegetasi, temperatur permukaan, dan indeks kekeringan (kelembaban tanah permukaan). Liputan vegetasi akan memperlihatkan keadaan yang memiliki kerapatan vegetasi yang rendah hingga tinggi dan digunakan untuk data pemasukan dalam transformasi akhir (TVDI). Informasi temperatur permukaan menggunakan transformasi nilai digital kemudian diolah kembali menjadi nilai radian pada band 6 (thermal). Informasi indeks kekeringan dari hasil transformasi akan dikelompokkan menjadi lima kelas dengan menggunakan hasil ekstraksi NDVI dan temperatur permukaan sebagai output hasil transformasi TVDI. Penutup lahan diperoleh dengan proses klasifikasi penutup lahan menggunakan metode *Supervised Classification (Maximum Likelihood)*, yang dimana nantinya hasil dari penutup lahan untuk mengetahui tutupan lahan daerah dataran terdapat berbagai jenis penutup lahan yang nantinya akan dilakukan analisis mengenai hubungan penutup/penggunaan lahan daerah dataran terhadap kelembaban tanah permukaan dengan melihat berdasarkan beberapa variabel yang mempengaruhi spektral tanah seperti tekstur tanah, struktur tanah, permeabilitas tanah, kadar air tanah, kadar unsur hara, dan konsistensi tanah agar data dan keadaan lapangan didapatkan hasil yang baik.

Hasil transformasi akan dilakukan cek lapangan untuk membuktikan nilai spektral dari hasil transformasi tersebut memiliki keterkaitan atau tidak dengan keadaan di lapangan walaupun keadaan di lapangan dipengaruhi oleh cuaca dan iklim yang sering sekali berubah serta liputan vegetasi dan suhu permukaan di lapangan yang dapat mempengaruhi nilai kadar kelembaban tanah permukaan itu sendiri. Keadaan daerah penelitian tersebut diharapkan tidak terlalu memiliki perbedaan yang terlalu signifikan sehingga akan memberikan hasil yang maksimal dalam analisis.

1.7. Metode Penelitian

1.7.1. Alat dan Bahan Penelitian

1.7.1.1. Alat Penelitian :

1. Perangkat keras komputer yang digunakan untuk pemrosesan dan pengolahan data dengan spesifikasi:
 - 14.0" HD Acer CineCrystal™ LED LCD.
 - Processor Intel Core 2 Duo processor T6500 2.1GHz.
 - Intel® GMA 4500MHD.
 - 2 GB DDR3 Memory.
 - 320 GB HDD.
2. Microsoft Windows 7 Ultimate, digunakan sebagai sistem informasi dalam pengolahan, pemrosesan, hingga output data.
3. Software ENVI 4.5 digunakan untuk pengolahan data citra penginderaan jauh.
4. Software ErMapper 7.0. digunakan untuk pengisian gap dan komposit citra.
5. Software ArcGIS 10.0. digunakan untuk pembuatan peta (vektorisasi dan layout).
6. Software SPSS v.16.0. digunakan untuk melakukan analisis statistik.
7. *Soil Moisture Tester* digunakan untuk mengukur kelembaban tanah.
8. GPS Garmin, digunakan untuk menentukan titik lokasi survey lapangan.
9. Kamera digital digunakan untuk dokumentasi survei lapangan.

1.7.1.2. Bahan Penelitian

1. Citra Landsat 7 ETM+ (SLC_OFF) path 120, row 65, perekaman jam 02:41:35 (+GMT) tanggal 19 Februari 2011, level 1G, liputan awan 23%, dan dipotong sesuai dengan daerah penelitian (Kabupaten Purworejo), dengan masing – masing memiliki format *.Geotiff dengan nama file masing – masing sebagai berikut:
 - L71120065_06520110219_B10
 - L71120065_06520110219_B20
 - L71120065_06520110219_B30

- L71120065_06520110219_B40
 - L71120065_06520110219_B50
 - L71120065_06520110219_B61
 - L72120065_06520110219_B62
 - L72120065_06520110219_B70
 - L72120065_06520110219_B80
2. Citra Landsat 7 ETM+ (SLC_ON) path 120, row 65, perekaman jam 02:36:47 (+GMT) tanggal 20 Mei 2003, level IG, liputan awan 4%, dan dipotong sesuai dengan daerah penelitian (Kabupaten Purworejo), dengan masing – masing memiliki format *.Geotiff dengan nama file masing – masing sebagai berikut:
- L71120065_06520030520_B10
 - L71120065_06520030520_B20
 - L71120065_06520030520_B30
 - L71120065_06520030520_B40
 - L71120065_06520030520_B50
 - L71120065_06520030520_B61
 - L72120065_06520030520_B62
 - L72120065_06520030520_B70
 - L72120065_06520030520_B80
3. Peta Rupabumi Indonesia digital lembar 1408-143 Wadas lintang skala 1:25.000, lembar 1408-144 Bruno skala 1:25.000, lembar 1408-233 Kepil skala 1:25.000, lembar 1408-141 Prembun skala 1:25.000, lembar 1408-142 Kutoarjo skala 1:25.000, lembar 1408-231 Purworejo skala 1:25.000, lembar 1408-123 Mirit skala 1:25.000, lembar 1408-124 Ngombol skala 1:25.000, lembar 1408-213 Bagelan skala 1:25.000, lembar 1408-211 Temon skala 1:25.000, lembar 1408-234 Mungkid skala 1:25.000, dan lembar 1408-232 Sendang Agung skala 1:25.000.
4. Peta Administrasi Kabupaten Purworejo Skala 1:200.000
5. Peta Jenis Tanah Kabupaten Purworejo Skala 1:200.000.
6. Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Purworejo Skala 1:200.000

1.7.2. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan yaitu berupa:

1. Citra Landsat 7 ETM+ (SLC_OFF) scene Jawa Tengah, pada path/row 120/65, sumber: <http://glovis.usgs.gov>.
2. Citra Landsat 7 ETM+ (SLC_ON) scene Jawa Tengah, pada path/row 120/65, sumber: <http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>.
3. Peta Rupabumi Indonesia Digital, sumber: BAPPEDA Kabupaten Purworejo. Dari data peta Rupabumi Indonesia nantinya digunakan sebagai data acuan untuk koreksi geometrik.
4. Peta Administrasi Kabupaten Purworejo Skala 1:200.000, sumber BAPPEDA Kabupaten Purworejo sebagai batasan daerah penelitian.
5. Peta Tanah Kabupaten Purworejo Skala 1:200.000, sumber BAPPEDA Kabupaten Purworejo sebagai faktor dalam pengambilan sampel.
6. Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Purworejo Skala 1:200.000, sumber BAPPEDA Kabupaten Purworejo sebagai pembatas penelitian di wilayah dataran.

1.7.3. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan.
 - a) Perolehan dan pengembangan ide penelitian.
 - b) Pengumpulan landasan teori.
 - c) Pembuatan proposal penelitian.
 - d) Studi peta dan citra.
 - e) Mempersiapkan alat dan bahan penelitian yang berupa alat tulis, kondisi hardware dan software pada komputer sehingga dapat lancar dalam pengolahan, pemrosesan, dan penyajian, dan *soil moisture tester* untuk survei lapangan.

2. Pemilihan daerah penelitian

Kabupaten Purworejo merupakan kabupaten yang masih banyak memiliki lahan pertanian yang bervariasi baik dari hasil perkebunan maupun persawahan yang cukup luas dengan keadaan topografi yang cukup bervariasi berupa: wilayah pantai, dataran rendah, hingga pegunungan sehingga dapat memiliki tingkat kelembaban tanah permukaan yang berbeda – beda seperti pada daerah dataran yang dimana memiliki berbagai macam penggunaan lahan yang akan memberikan kelembaban tanah permukaan berbeda satu penggunaan lahan dengan penggunaan lahan yang lain. Keadaan kerapatan vegetasi dan temperatur permukaan yang bervariasi di setiap penggunaan lahan mempengaruhi kelembaban tanah permukaan, jika terdapat nilai kelembaban tanah permukaan yang sama yang menyebabkan keadaan tersebut ialah cepat lambatnya evapotranspirasi dari setiap penggunaan lahan. Wilayah dataran merupakan daerah penelitian dimana untuk kelembaban tanah sulit terlihat karena keadaan topografi lebih datar dibandingkan perbukitan serta aksesibilitas wilayah dataran lebih mudah dijangkau sehingga jika keadaan kelembaban tanah permukaan wilayah dataran baik (memiliki hubungan yang signifikan dengan lapangan) maka keadaan di daerah perbukitan akan mudah untuk diidentifikasi dengan melihat beberapa variabel yang mempengaruhi kelembaban tanah di perbukitan. Selain itu, keadaan alam yang tidak menentu dalam hal iklim dan cuaca yang saat ini terjadi merupakan faktor yang dapat memberikan kontribusi kelembaban tanah permukaan dan berdampak pada lahan pertanian untuk sekarang ini.

3. Pemrosesan data dan Analisis Data

a) Penyusunan citra komposit dan pengisian gap citra.

Penyusunan citra untuk Landsat 7 ETM+ dilakukan untuk mendapatkan nilai piksel pengganti yang telah hilang atau rusak secara permanen dari sistem Satelit Landsat 7 ETM+ agar pengolahan dapat dilakukan dan hasil akan lebih maksimal. Pengisian gap dilakukan dengan menggunakan suatu formula (*algorithm*) agar citra sebagai pengisi dan yang di isi bertampalan.

b) Pemotongan citra sesuai dengan daerah penelitian.

Batasan administrasi sangat penting untuk penelitian agar mengetahui hingga daerah mana yang terjangkau dalam penelitian sehingga tidak melebihi ataupun terlalu membias dengan penelitian yang dilakukan. Oleh karena itu, citra sebagai data yang akan diolah perlu dilakukan pemotongan dengan batas administrasi atau penelitian yang dilakukan dan lebih spesifik daerah yang diteliti baik dari kenampakan topografi dan keadaan lingkungan yang dapat dikenali dengan lebih baik.

c) Restorasi citra Landsat 7 ETM+

Restorasi (pemulihan/pemugaran) citra merupakan prosedur operasi yang dilakukan untuk memperoleh data permukaan bumi sesuai dengan yang aslinya (tanpa distorsi). Citra hasil perekaman sensor penginderaan jauh mengalami berbagai distorsi yang disebabkan oleh gerakan sensor, faktor media antara, dan faktor obyek itu sendiri, sehingga perlu dibetulkan dan dipulihkan kembali. Prosedur ini biasa disebut operasi pengolahan data awal (*pre-processing operation*) atau pra pengolahan citra yang meliputi berbagai koreksi yaitu koreksi radiometrik, koreksi geometrik, dan koreksi atmosferik.

d) Klasifikasi Multispektral (*Maximum Likelihood*)

Klasifikasi multispektral bertujuan untuk mengelompokkan obyek yang memiliki karakteristik spektral yang sama pada suatu area agar mudah untuk memperoleh informasi. Klasifikasi ini dilakukan pada citra satelit Landsat 7 ETM+ yang dimana citra merupakan citra yang tergolong multispektral. Metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi multispektral ialah klasifikasi terselia (*supervised*) dengan klasifikasi *Maximum Likelihood*.

Klasifikasi *supervised* merupakan strategi klasifikasi terbimbing dengan cara mengevaluasi kuantitatif varian maupun korelasi pola tanggapan spektral pada saat mengklasifikasikan pixel yang tidak dikenal. Klasifikasi dilakukan dengan cara mengambil sampel dari nilai piksel dari setiap obyek yang tampak untuk setiap penutup lahan Hasil klasifikasi perlu dilakukan uji ketelitian untuk mengetahui seberapa baik metode yang digunakan.

e) Transformasi Indeks Vegetasi.

Vegetasi merupakan faktor dalam mempengaruhi kelembaban tanah permukaan sehingga diperlukan untuk mengetahui keadaan kerapatan vegetasi di daerah penelitian. Vegetasi diperoleh dengan melakukan ekstraksi citra dengan suatu transformasi khusus seperti yang telah dijelaskan pada halaman sebelumnya. Transformasi yang ada akan memiliki hasil rentang dari -1 hingga 1 yang menunjukkan ada sampai tidak ada vegetasi di daerah penelitian. Kerapatan vegetasi akan dikelaskan menjadi lima kelas untuk mengetahui persebaran dan mempermudah dalam melakukan analisis maupun uji ketelitian.

f) Temperatur permukaan.

Temperatur merupakan faktor yang paling mempengaruhi kelembaban tanah permukaan dalam evaporasi dan evapo-transpirasi. Temperatur diperoleh dengan suatu transformasi khusus (dijelaskan pada halaman sebelumnya) dan diperlukan pengolahan yang bertahap untuk memperoleh dalam temperatur derajat ($^{\circ}$) Celcius, pendekatan dalam mengetahui kebenaran dalam pengolahan yang dilakukan akan dibandingkan dengan data sekunder walaupun akan memiliki perbedaan temperatur permukaan.

g) TVDI (*Temperature-Vegetation Dryness Index*)

Kelembaban tanah permukaan merupakan sesuatu yang sulit untuk terlihat dari data citra sehingga diperlukan pendekatan untuk memperoleh kelembaban tanah permukaan dengan kerapatan vegetasi dan temperatur permukaan. Pengolahan kelembaban tanah permukaan menggunakan transformasi khusus dengan melihat keadaan vegetasi dan temperatur permukaan sehingga akan memperlihatkan keadaan lapangan secara keseluruhan, tetapi diperlukan uji ketelitian yang baik dengan melihat beberapa faktor yang mempengaruhi kelembaban tanah permukaan baik secara internal maupun eksternal.

h) Analisis Data

Analisis data pada penelitian digunakan untuk mengetahui hubungan antara hasil dari transformasi berupa kelembaban tanah permukaan dilihat dari nilai spektral pengolahan data. Sampel diambil dilapangan dan di cek laboratorium dari variabel – variabel yang berhubungan dengan nilai spektral dan

penutup lahan/penggunaan lahan di wilayah dataran Kabupaten Purworejo untuk hasil maksimal dan memperoleh kesimpulan dalam penelitian. Analisis dilakukan secara statistik dan hanya sebagai pernyataan dalam memperkirakan suatu hubungan dari variabel maupun faktor yang digunakan dalam penelitian. Selain itu juga akan dilihat bagaimana analisis wilayah secara spasial dari kelembaban tanah permukaan.

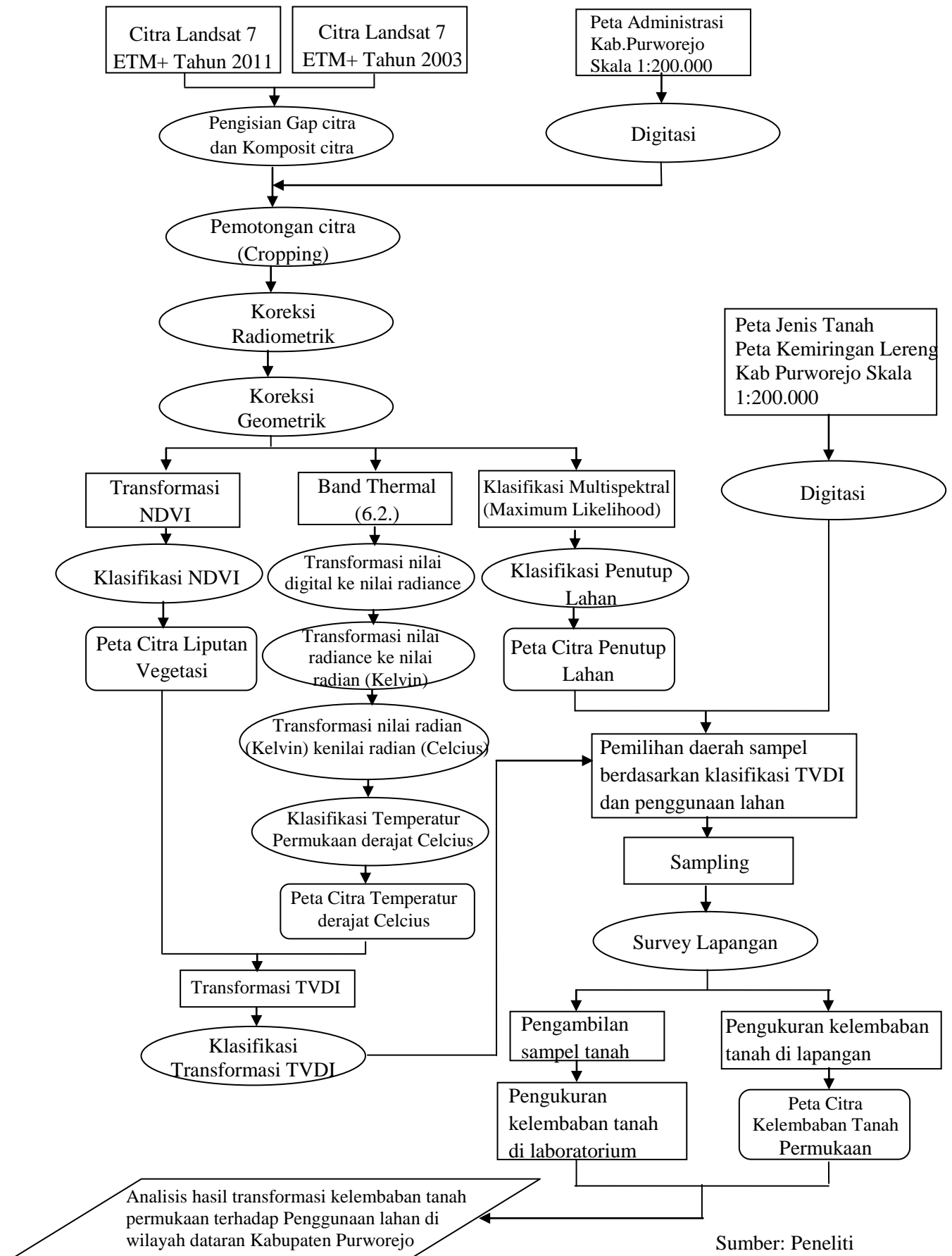
4. Survei lapangan

Survei lapangan dilakukan setelah memperoleh hasil akhir dari pemrosesan citra komposit. Hal ini dilakukan untuk menguji kebenaran/kevalidan dari data yang telah diolah apakah memiliki keterkaitan hampir sama atau sangat berbeda dengan kenampakan obyek di lapangan. Survei menggunakan citra komposit dibantu dengan peta Rupabumi Indonesia digital dan GPS untuk mempermudah menemukan lokasi dari pengambilan sampel di lapangan dan melakukan plot lokasi pengambilan sampel. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel ialah dengan cara bertingkat dan tertimbang (*Stratified purposive sampling*) dimana bertingkat berdasarkan klasifikasi dan tertimbang dengan melihat penutup lahan/penggunaan lahan dan keadaan tanah. Citra komposit memiliki kenampakan visual cukup baik untuk mempresentasikan daerah tetapi sulit untuk menemukan obyek sebagai pengambilan sampel. Oleh karena itu peta Rupabumi Indonesia digital membantu dalam hal kenampakan obyek karena memiliki skala yang besar 1:25.000 dan toponimi yang jelas.

5. Tahap Akhir

Tahap akhir yang dilakukan merupakan tahap perbaikan yang dimana dilakukan setelah survei lapangan terhadap keadaan di lapangan. Selain itu, melakukan analisis dengan melihat hubungan antara kelembaban tanah permukaan terhadap penutup lahan/penggunaan lahan dan hasil cek tanah secara laboratorium untuk memperoleh data yang valid dengan melihat unsur – unsur variabel yang berhubungan dengan nilai spektral, sehingga akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Setelah itu, dilakukan proses mencetak hasil akhir dalam bentuk peta untuk lebih memudahkan dalam penyajian terhadap tingkat kelembaban tanah permukaan dari nilai spektral. Peta citra kelembaban tanah permukaan akan disajikan dalam bentuk gradasi warna dari keadaan tanah yang sangat basah hingga sangat kering.

1.8. Diagram Alir



Gambar 1.12. Diagram Alir Penelitian

1.9. Batasan Operasional

Data Digital : Data yang ditampilkan, direkam, dan disimpan dalam notasi biner (Jensen, 1986 dalam Indrawati 2001).

Kandungan Air Tanah (kadar lengas tanah) : Presentasi air yang dikandung oleh tanah atas dasar berat kering mutlak tanah (pemanasan 105°C - 110°C) atau berdasarkan volume tanah (Sintala Arsyad, 1989).

Kelembaban Tanah Permukaan : Air yang mengisi pori – pori horison atau lapisan tanah teratas (*top soil* dalam Kusworo, 1998).

Kelembaban Tanah : Air yang mengisi sebagian atau seluruh pori – pori tanah yang berada di atas watertable / muka fraktik (Jamulya dan Suratman Woro S, 1993).

Nilai Spektral : Nilai digital pada komputer untuk pemrosesan secara digital yang merupakan nilai dari energi yang dipantulkan dan diemisikan dari permukaan bumi dan dicatat oleh sensor penginderaan jauh (Jensen, 1986 dalam Indrawati, 2001).

Pantulan (reflektansi) : Perbandingan antara tenaga yang dipantulkan oleh obyek terhadap seluruh tenaga yang diterima oleh obyek tiap satuan luas (Sutanto, 1986).

Pantulan Spektral : Perbandingan radiasi spektral obyek dengan radiasi yang datang ke obyek pada suatu julat panjang gelombang (Slater, 1980 dalam Indrawati, 2001).

Peta Citra (Peta Foto) : Kenampakan permukaan bumi disajikan dalam bentuk citra (sekumpulan informasi yang berasal dari sensor, perolehan tidak secara kontak langsung dengan obyek permukaan bumi ditempat pengamatan). Bayangan permukaan bumi dapat diperoleh melalui foto udara, radar serta sensor airborne lainnya dan citra satelit (<http://faridyuniar.web.ugm.ac.id/?p=257>, diakses tanggal 12 April 2011, pukul 11.20 WIB).

Piksel : Dua dimensional elemen gambar yang merupakan elemen terkecil pada citra digital yang tidak dapat dibagi lagi (Jensen, 1996 dalam Indrawati, 2001).

Temperatur Radian : Konsentrasi aliran radian pada benda, dapat diukur dengan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang inframerah thermal (Sabins, 1987).